



## Lokomotivføreres adfærd og opmærksomhed

**Møller, Mette; Haustein, Sonja**

*Publication date:*  
2016

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Møller, M., & Haustein, S. (2016). *Lokomotivføreres adfærd og opmærksomhed*.

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

## NOTAT

**Til** Trafik- og Byggestyrelsen

**Vedr.** Lokomotivføreres adfærd og opmærksomhed i førerhuset

**Fra** Mette Møller & Sonja Haustein, Transport DTU/DTU MAN Human  
Factors group

December 2016

---

### Lokomotivføreres adfærd og opmærksomhed i førerhuset

#### Indhold

1.	Formål.....	2
2.	Metode.....	2
3.	Resultater .....	2
3.1	Uheld og menneskelige fejl.....	3
3.2	Psykologiske mekanismer bag lokomotivførerfejl.....	4
3.3	Adfærd og opmærksomhed under automatisering .....	6
3.3.1	Opgaveløsning .....	6
3.3.2	Opmærksomhed.....	7
3.3.3	Typer af uopmærksomhed .....	9
5.	Konklusion .....	10
6.	Litteratur.....	11

## 1. Formål

Alle transportformer oplever i øjeblikket en stigende grad af automatisering og deraf følgende ændrede krav til kompetencer i forhold til varetagelse af kørselsopgaven eller hermed forbundne driftsvendte funktioner. Dette er også tilfældet i forbindelse med lokoføreres opgaver og kompetencer, og viden om, hvordan lokomotivførere kan opretholde et passende opmærksomhedsniveau i forskellige drift situationer, er derfor relevant. I de nye teknologier, der implementeres, opstår både en fremtidssituation og overgangssituation, hvor sidstnævnte i første omgang blander opgaverne. Udrulning af automatiseringen kan samtidig udløse krav om andre/mere varierede typer af opgaver for en sikker trafikafvikling – herunder øgning af tryghed og service med nyt fokus rettet mindre på kørslen og mere på kunder eller anden fokus. Med henblik på en bedre forståelse af centrale human factors udfordringer knyttet til hel eller delvis automatiseret afvikling af togdriften fremadrettet udføres en litteraturgennemgang af udvalgt relevant materiale. Litteraturgennemgangen vil især omfatte relevant nyere forskningslitteratur med hovedvægt på litteratur publiceret efter 2010. Formålet med litteraturgennemgangen er at identificere relevante centrale problemstillinger med henblik på afdækning af behov for eventuel yderligere efterfølgende dybere undersøgelse af specifikke aspekter.

## 2. Metode

Udvælgelse af litteratur, som det var relevant at inkludere i litteraturgennemgangen, blev udført ved hjælp af Google Scholar, da Google Scholar erfaringsmæssigt dækker bredt, er præcis i sin søgning og identificerer relevante kilder (Gehanno et al., 2013; Nourbakhsh et al., 2012; Shariff et al., 2013). Litteraturgennemgangen blev gennemført i perioden august-november 2016. Endvidere er relevante papers fra den seneste "Rail Human Factors" konference (2015) inkluderet. Da nogle af de udfordringer, som den stigende grad af automatisering medfører, er knyttet til grundlæggende karakteristika ved menneske-maskine interaktion samt begrænsninger vedr. menneskers kognitive kapacitet, er det rimeligt at antage, at nogle af de udfordringer og problemstillinger, der gør sig gældende for lokomotivførere, er parallelle til de udfordringer, som er kendetegnende for bilister. Der inddrages derfor enkelte videnskabelige publikationer vedrørende automatisering af bilkørsel.

## 3. Resultater

Litteratursøgningen viste, at omfanget af nyere videnskabelig litteratur om betydningen af en stigende grad af automatisering for lokomotivføreres præstation er forholdsvis begrænset. Emnemæssigt kunne den identificerede litteratur dog kategoriseres i fire grupper:

1. Studier der vedrører uheldsanalyser og identifikation af uheldsfaktorer.
2. Studier af adfærd og opmærksomhed under automatisering.

3. Studier af betydningen af lokoførerens arbejdssituation, arbejdsmiljø og sikkerhedskultur.
4. Studier vedrørende specifikke designaspekter.

I denne sammenhæng vil fokus være på studier, der vedrører punkt 1 dvs. uheldsanalyser og identifikation af uheldsfaktorer samt punkt 2 dvs. lokomotivførerens adfærd og opmærksomhed ved kørsel under forskellige grader af automatisering. Denne prioritering er foretaget ud fra den betragtning, at viden om disse to aspekter udgør fundamentet for forståelse af, hvilken betydning stigende automatisering har for lokomotivførerens arbejde. Viden om uheld og uheldsfaktorer er en central forudsætning for forståelse af, hvilke uheld der sker samt for muligheden for at forebygge disse uheld. Viden om lokomotivførerens adfærd og opmærksomhed under forskellige grader af automatisering er central fordi, et passende opmærksomhedsniveau er afgørende for optimal varetagelse af funktionen som lokomotivfører. Punkt 3 dvs. lokomotivførerens arbejdssituation, arbejdsmiljø og sikkerhedskultur, er også vigtig, men udgør det næste trin, idet det vedrører, hvordan omstændighederne omkring lokomotivføreren kan tilrettelægges således, at de fx bidrager til at understøtte opretholdelse af optimalt opmærksomhedsniveau. Med hensyn til punkt 4, dvs. specifikke designaspekter, så vedrører det ligeledes næste trin, idet der er tale om studier, der ser på, hvordan specifikke designkarakteristika kan bidrage til at sikre, at de generelle principper for opretholdelse af et optimalt opmærksomhedsniveau, som identificeres under punkt 2, kan realiseres.

### 3.1 Uheld og menneskelige fejl

Litteraturgennemgangen viser, at menneskelige fejl er en central faktor, når det gælder utilsigtede hændelser og uheld i relation til komplekse systemer herunder de systemer, der er knyttet til jernbanedrift. I modsætning til andre områder som fx luftfart og vejtrafik findes der inden for jernbaneområdet dog meget lidt videnskabelig litteratur, hvor der på baggrund af uheldsanalyser redegøres for, hvilke typer af menneskelige fejl der er relateret til utilsigtede hændelser og uheld. En vigtig årsag til dette er, at det først var i forbindelse med etableringen af European Railway Agency (ERA) i 2004, at man begyndte at etablere en samlet opgørelse over uheld (Evans 2011). Ikke desto mindre har registreringen af uheld og utilsigtede hændelser fortsat begrænset kvalitet, når det vedrører uheld og hændelser, der ikke involverer dødsfald.

En nyere undersøgelse tyder på, at der i Europa har været et fald i antallet af jernbanerelaterede dødsuheld i perioden 1990-2009 således, at der i 2009 var 1,35 dødsuheld eller afsporinger per milliard kørte km (Evans, 2011). I gennemsnit omkom 4,10 personer per dødsuheld. Dette tal har ligget stabilt hele perioden trods et generelt fald i forekomsten af dødsuheld. Undersøgelsen viste endvidere, at den mest dominerende uheldsfaktor i forbindelse med dødsuheld var, at lokomotivføreren kørte forbi et signal, et fænomen der i den internationale litteratur omtales som

Passing Signal at Danger (PSAD). Forekomsten af PSAD aftager dog i takt med stigende automatisering (Kyriakidis et al., 2012). Den næst hyppigste uheldsfaktor var signalfejl, og den tredje hyppigste uheldsfaktor var kørsel med for høj hastighed (Evans, 2011). Alle tre uheldsfaktorer kunne ifølge analysen i stor udstrækning tilskrives menneskelige fejl, idet forbi-kørsel af signal som oftest skyldtes uopmærksomhed hos lokomotivføreren. Ligeledes skyldtes fejl i signalgivning ofte menneskelige fejl som fx, at en medarbejder fejlagtigt gav signal til fremkørsel, eller på anden måde forårsagede signalfejl. Det skal dog nævnes, at forekomsten af alle tre uheldsfaktorer var faldende gennem årene, hvilket ifølge undersøgelsens forfatter, formentlig skyldes den stigende udbredelse af automatiserede førerstøttesystemer.

Betydningen af menneskelige fejl er også dokumenteret i andre undersøgelser (se fx Baysari, McIntosh & Wilson, 2008; Kim et al., 2010, Naweed, 2013), der endvidere dokumenterer, at manglende opmærksomhed er den hyppigst forekommende årsag til episoderne. Generelt har årsagerne til jernbanerelaterede dødsuheld, stort set været uforandret gennem perioden herunder andelen af uheld, der kan tilskrives menneskelige fejl (Evans, 2011). Det tyder på, at de sikkerhedsforbedringer og deraf følgende fald i forekomsten af uheld, ikke kun kan tilskrives forbedringer vedrørende et specifikt sikkerhedsaspekt. Trods en positiv udvikling udgør menneskelige fejl således fortsat en betydelig uheldsfaktor, trods en øget grad af automatisering af lokomotivførerens arbejdsfunktioner.

Selv om menneskelige fejl er en afgørende faktor i forbindelse med uheld indenfor jernbaneområdet, bør det nævnes, at uheld også kan være forårsaget af overtrædelser af gældende retningslinjer osv. (se fx Baysari et al., 2008; Shappell et al., 2008). Der skelnes i den forbindelse typisk mellem rutinemæssige overtrædelser og usædvanlige overtrædelser. Rutinemæssige overtrædelser er overtrædelser af mindre karakter, der tolereres af systemet og organisationen, og som forekommer relativt hyppigt. Usædvanlige overtrædelser er overtrædelser, der sjældent forekommer, som den enkelte lokomotivfører sjældent foretager, og som der ikke er en rutinemæssige tolerance for i organisationen.

### **3.2 Psykologiske mekanismer bag lokomotivførerfejl**

Som det er fremgået, er menneskelige fejl en central faktor i forbindelse med uheld på jernbaneområdet. Forståelse af de psykologiske mekanismer, der ligger bag, er en vigtig forudsætning for, at de kan forebygges. I den forbindelse udgør skemamodellen (Norman, 1981) en anerkendt ramme. Ifølge denne fører menneskers erfaringer og viden om verden til en række indre mentale skemaer eller kort over verden. Skemaerne bidrager til at strukturere og forstå, de ting der sker, og de er afgørende for, hvilken information lokomotivføreren forventer i en given situation. Skemaerne guider

endvidere lokomotivførerens adfærd i forhold til at fremskaffe relevant information i en given situation, og de stiller en fortolkning og handlingsanvisning til rådighed. De indre skemaer opdateres løbende baseret på lokomotivførerens specifikke erfaringer. Kort sagt, vil en lokomotivfører i en given situation forvente visse informationer, søge efter dem, handle i overensstemmelse med dem og tjekke om resultatet er som forventet. Sker der noget uforudset, skal lokomotivføreren gå ud over vedkommendes standard skema for at finde relevant tolkning og handling.

Ifølge modellen kan fejl opstå på tre måder: 1. lokomotivføreren kan vælge det forkerte skema og dermed den forkerte løsning til håndtering af en situation, 2. lokomotivføreren kan misforstå situationen og aktivere det forkerte skema pga. fejlfortolkning af situationen, 3. Lokomotivføreren kan aktivere sit skema for tidligt eller for sent.

Ovenstående tredeling kan i forlængelse af Baysari et al. (2008) og Shappell et al. (2008) også betegnes som hhv. beslutningsfejl, færdighedsfejl og perceptuelle fejl:

- *Beslutningsfejl* er et resultat af at lokomotivføreren tager en forkert beslutning og dermed aktiverer der forkerte skema. Der er tale om en bevidst beslutning, hvor lokomotivføreren udfører handlingen som forventet, men hvor det viser sig, at være en uhensigtsmæssig beslutning. Et eksempel kunne være, at lokomotivføreren opfatter et signal som værende grønt, fordi det plejer at være grønt, selv om det i det specifikke tilfælde faktisk er rødt.
- *Færdighedsfejl* er et resultat af en forkert eller manglende udført handling. Denne type fejl kan også betegnes som udførselsfejl. De er ikke et resultat af en bevidst men fejlagtig beslutning. De opstår typisk som et resultat af manglende eller reduceret opmærksomhed hos lokomotivføreren. Et eksempel på denne type fejl kan være, at lokomotivføreren glemmer at trykke på en knap på det relevante tidspunkt eller ikke får trykket tilstrækkeligt.
- *Perceptuelle fejl* opstår som et resultat af, at den relevante information ikke var til rådighed for lokomotivføreren. Det kan fx være vanskelighed med hensyn til at aflæse et signal som følge af dårligt vejr eller uhensigtsmæssige lysforhold inde i toget, der gør det vanskeligt at skelne forskellige signaler fra hinanden.

Uanset hvilken type fejl eller kategorisering der er tale om, er lokomotivførerens udgangspunkt indhentning og bearbejdning af information som basis for en given handling. Reduktion af lokomotivførerens opmærksomhed er således et markant sikkerhedsmæssigt problem, fordi opmærksomhed i situationen netop er en afgørende faktor for opdagelse og håndtering af en

sikkerhedskritisk situation. Dette gælder både for sjældent forekommende sikkerhedskritiske situationer (som fx en genstand på skinnerne) og for mere regelmæssige hændelser som fx forskellige typer af signalaflæsning. Følgelig er undgåelse af distraktion og opretholdelse af et optimalt opmærksomhedsniveau afgørende for, at lokomotivførere aktiverer de rette skemaer på dette rette tidspunkt og dermed for deres præstation.

### **3.3 Adfærd og opmærksomhed under automatisering**

Ifølge Evans (2011) er der formentlig en sammenhæng mellem det fald i antallet af uheld, der kan tilskrives menneskelige fejl, og den stigende grad af automatisering af lokomotivførers opgaver. Den eksisterende forskning tyder imidlertid på, at stigende automatisering af lokomotivførernes opgaver samtidig fører til nye udfordringer og dermed andre typer af menneskelige fejl. Som det fremgår af nedenstående, kan det i nogen grad skyldes, at selv om automatisering støtter lokomotivføreren i visse typer af opgaver, medfører den automatiserede støtte, en fundamental forandring i de opmærksomhedsprocesser der er involveret i lokomotivførers opgaveløsning samtidig med, at overvågning af diverse støttesystemer tilsyneladende er mere mentalt krævende, end man måske umiddelbart ville tro.

#### **3.3.1 Opgaveløsning**

Selv om kernen i en lokomotivførers opgaver kan forekomme at være den samme i dag som tidligere fx mht. at sikre en passende kørehastighed, følge signaler osv. har forskningen vist, at der er stor forskel på, hvordan lokomotivføreren udfører disse opgaver under forskellige grader af automatisering. Lidt forenklet kan man sige, at automatisering medfører et skift således, at den information, som lokomotivføreren bruger til at varetage sine opgaver og aktivere de relevante skemaer, i stigende grad optræder inde i førerhuset fremfor udenfor førerhuset. Denne ændring kan forekomme banal, men det er den ikke, idet det medfører en markant ændring i lokomotivførers opgaveløsning, som det er vigtigt at kende og forstå, for at forstå hvordan automatisering påvirker lokomotivførers opgaveløsning og præstation og dermed i sidste ende sikkerheden.

Baseret på resultater fra en engelsk undersøgelse (Naweed, 2014), der har forsøgt at afdække forskellen på lokomotivførers opgaver under forskellige grader af automatisering, kan forskellen beskrives på følgende måde: Traditionelt har en lokomotivfører skulle indhente og bearbejde information, der var tilgængelig udenfor toget som fx signaler, orienteringspunkter og kørehastighed. I kombination med dette, skulle lokomotivføreren anvende turspecifik detaljeret og erfaringsbaseret viden og færdigheder til at sikre, at toget kom frem som forventet. Basis udstyr som speedometer og bremse blev brugt til at understøtte og udføre de beslutninger, som lokomotivføreren tog. Selv om lokomotivføreren kun regulerede togets hastighed og acceleration indebar lokomotivførers opgaver

både strategisk, formålsbestemt og halv-matematisk tænkning, baseret på den indhentede information. Automatisering af lokomotivførers opgaver medfører, at den information, som lokomotivføreren indhenter og baserer sine handlinger og beslutninger på, i stigende grad kommer fra signaler og displays inde i toget. Der findes forskellige systemer, men ifølge Naweed (2014) er det et gennemgående træk, at systemerne afspejler, hvad lokomotivføreren gør eller ikke gør. I det øjeblik lokomotivførers adfærd ikke er i overensstemmelse med de på forhånd definerede systemparametre, tager systemet over og foretager en korrektion. Rose & Bearman (2012) beskriver de nye systemer på en anden måde, idet de fremfører, at teknologien giver lokomotivføreren information om toget herunder fx aktuel kørehastighed, og derigennem støtter lokomotivførers viden om den aktuelle trafikale situation, således at denne har et opdateret grundlag at agere ud fra.

Uanset hvordan lokomotivførers samspil med de teknologiske systemer beskrives, er det centrale i forhold til at forstå, hvordan stigende automatisering påvirker lokomotivførers opgavevaretagelse, at automatiseringen medfører en signifikant forandring i den måde lokomotivføreren løser sin opgave på. Ifølge Rose & Bearman (2012) anvender den "traditionelle" lokomotivfører en anticipatorisk strategi, hvor han/hun forsøger at forudse, hvad der vil ske længere fremme. Til forskel herfra anvender den lokomotivfører, der kører et tog med en højere grad af automatisering en kontrolstrategi, idet lokomotivførers varetagelse af sine opgaver i højere grad består i at kontrollere, at de relevante signaler viser det, de skal, og det som han/hun forventer. Selv om begge lokomotivførere således i en vis forstand er aktivt engageret i at føre toget på en sikker måde, er den måde, de er engageret i opgaven på, meget forskellig. Ifølge Rose & Bearman (2012) er den "traditionelle" lokomotivfører mere direkte involveret i selve trafiksituationen udenfor toget end den "moderne" lokomotivfører, der er involveret på en mere indirekte måde gennem de signaler, der fremgår af de displays, som er inde i førerhuset. Automatisering ændrer således lokomotivførers opmærksomhedspunkter og de kognitive processer, der er involveret i lokomotivførers varetagelse af sine opgaver. Ifølge forskerne kan denne forskel formentlig bidrage til at forklare, at der fortsat forekommer utilsigtede hændelser og uheld forårsaget af menneskelige fejl trods en stigende grad af automatisering, netop fordi kørselsopgaven for den "moderne" lokomotivfører i ringere grad fordrer et anticipatorisk engagement, og dermed en ringere grad af parathed for det udfordringsfulde.

### 3.3.2 Opmærksomhed

Til trods for, at hensigten med automatiseringen har været, at aflaste lokomotivføreren gennem automatisering af forskellige aspekter af kørselsopgaven, tyder forskningen på, at den aflastning som automatiseringen medfører i nogen grad opvejes af andre former for mental belastning og kognitive udfordringer, der opstår i forbindelse med automatisering af kørselsopgaven.



Således viser undersøgelser ifølge Spring et al. (2012) fx, at stigende grad af automatisering medfører, at lokomotivføreren bruger færre opmærksomhedsressourcer på den trafikale situation, men at den mentale belastning, der er forbundet med at skulle overvåge de automatiserede systemer, kan være stor, som en paradoksal konsekvens af mental understimulering i forbindelse med monotoni og deraf følgende vanskelighed med at holde koncentrationen (se fx Basacik, 2015). Det tyder således på, at automatiseringen medfører en ændring i de kognitive processer, der er involveret i at føre et tog, men at den samlede mentale belastning ikke nødvendigvis reduceres. Samtidig medfører automatiseringen, at lokomotivføreren skal rette sine opmærksomhedsressourcer på kontrol af meget specifikke aspekter af kørselsopgaven, hvilket ifølge Stanton & Walker (2011) gør det vanskeligere at erkende andre uforudsete men relevante informationer vedrørende kørselsopgaven. Man kunne måske tro, at dette var irrelevant i forbindelse med stigende automatisering, ud fra den betragtning, at automatisering burde medføre færre uforudsete hændelser, og større sikkerhed for registrering af relevant information. Men da uheld er et resultat af et samspil mellem faktorer og fejl, der netop ikke blev forudset og derfor håndteret, vil der også i forbindelse med en stigende grad af automatisering være brug for, at lokomotivføreren har tilstrækkelige og relevante opmærksomhedsressourcer til rådighed til at registrere og håndtere eventuelle uforudsete hændelser på en kvalificeret måde (se fx Kim et al., 2010; Karvonen, 2011; Gibson et al., 2015).

Dertil kommer, at undersøgelser ifølge Spring et al (2012) tyder på, at automatisering i nogen grad medfører en reduktion i lokomotivføreres og andre medarbejders relevante kompetencer, hvilket kan hænge sammen med, at automatiseringen medfører, at der går længere tid imellem, at lokomotivføreren skal udføre forskellige handlinger eller træffe forskellige beslutninger. Dermed mister lokomotivføreren nogle af de kompetencer, der er knyttet til opgaveudførelsen. Det medfører dels en manglende rutine i de pågældende opgaver og dels, at udførelsen vil være mere ressourcekrævende, når de skal udføres. Dette støttes af resultater fra Read et al. (2012), der viste, at øget træning kunne modvirke fejl i forbindelse med ikke rutineprægede opgaver.

Ovenstående undersøgelser tyder endvidere på, at problemet med reduktion i opmærksomhed og relevante færdigheder dels stiger i takt med øget automatisering og dels i takt med at den tid, hvor lokomotivføreren "kun" overvåger systemerne uden aktiv deltagelse, øges. Der er således undersøgelser, der viser, at lokomotivførere overser flere relevante signaler, at der sker flere fejl, og at det tager længere tid for en lokomotivfører at identificere fejl, når føreren kun skal overvåge systemet sammenlignet med situationer, hvor føreren aktivt kontrollerer systemerne manuelt (se fx Pickup et al., 2005). Det tyder således på, at en stigende grad af automatisering kunne medføre en øget forekomst af de såkaldte færdighedsfejl, men også af beslutningsfejl eventuelt som følge af, at den manglende aktive involvering fører til øget uopmærksomhed og træthed hos lokomotivføreren. Tilsvarende

resultater er fundet i forbindelse med automatisering af bilkørsel (se fx Saxby et al., 2008). Dette støttes af resultater fra Baysari et al. (2012) og Read et al. (2012) idet de såkaldte færdighedsfejl eller udførselsfejl, typisk forårsages af manglende opmærksomhed eventuelt som følge af træthed eller distraktion.

### 3.3.3. Typer af uopmærksomhed

Inspireret af forskningslitteratur vedr. distraktion og bilkørsel skelner Dambuza (2017) mellem tre typer af distraktion, der er relevant for lokomotivførere: Manuel distraktion (lokomotivføreren bruger hænderne til ikke-kørselsrelevante aktiviteter), visuel distraktion (lokomotivføreren ser på ikke-kørselsrelaterede genstande) og kognitiv distraktion (lokomotivføreren tænker på ikke-kørselsrelaterede ting). Ifølge Dambuza er risikoen for distraktion større, jo længere lokomotivføreren skal opretholde opmærksomheden på kørselsopgaven. Lange arbejdsdage, utilstrækkelig søvn og natarbejde kan i nogen grad bidrage yderligere til øget risiko for distraktion (se fx Dorrian et al., 2015; Gibson et al., 2015; Young & Steel, 2015).

Der findes kun meget lidt videnskabelig dokumentation for, hvilke former for distraktion der optræder blandt lokomotivførere. Af en undersøgelse fra Sydafrika (Dambuza, 2017) fremgår det dog, at brug af mobiltelefon blandt lokomotivførere er en markant udfordring i Sydafrika og har ført til forbud mod brug af mobiltelefon i visse situationer. Tilsvarende udgør støj fra toget, manglende vedligeholdelse og mangel på toiletfaciliteter for lokomotivføreren kilder til distraktion. Det er uvist, i hvilken udstrækning dette kan generaliseres til også at gælde i Danmark eller bare Europa.

I forbindelse med bilkørsel er det dog påvist, at omfanget af involvering i ikke kørselsrelaterede opgaver stiger i takt med en stigende grad af automatisering (se fx Carsten et al., 2012; Jameson et al., 2013). En meta-analyse viste, at bilister foretog 2,5 gange så mange ikke kørselsrelaterede aktiviteter, når de kørte i en bil med en høj grad af automatisering (de Winter et al., 2014).

Undersøgelser viser endvidere, at karakteren af de ikke kørselsrelaterede opgaver, som bilister engagerer sig i, ændrer sig med stigende automatisering (Carsten et al., 2012; Jamson et al., 2013; Llaneras et al., 2013). Således engagerer bilister sig i højere grad i aktiviteter, der kræver, at blikket fjernes fra trafikken i længere tid (som fx at læse, skrive tekstbeskeder eller se dvd), når de kører i en bil med en høj grad af automatisering. Bilisterne tilpasser dog i nogen grad deres engagementet i ikke kørselsrelaterede aktiviteter efter trafiksituationen, således at engagementet fx reduceres under mere komplekse trafikforhold osv. (se fx Jamson et al., 2013).

Selv om det ikke har været muligt at finde dokumentation herfor, er det rimeligt at antage, at tilsvarende forhold gør sig gældende for lokomotivførere og således kan bidrage til at forklare, at de

overser flere signaler og laver flere fejl i takt med stigende automatiseringsgrad. At det er rimeligt at antage, at der i nogen grad er lighed mellem de forhold, der gør sig gældende for lokomotivførere og bilister, understreges af, at det både for lokomotivførere og bilister er påvist, at det tager længere tid for føreren at registrere og reagere på sikkerhedskritiske elementer, når de kører i automatiseret tilstand sammenlignet med manuel tilstand. Dertil kommer, at det uafhængigt af automatiserings grad medfører længere reaktionstid, når en person skal skifte fra et opmærksomhedspunkt til et andet (Dambuza, 2016)

Den såkaldte dødemandsknap er en af de måder man har forsøgt at sikre, at lokomotivføreren er vågen og opmærksom. Ifølge Dambuza (2017) er der imidlertid det problem forbundet med dødemandsknappen, at det ikke er en garanti for, at lokomotivførere faktisk er opmærksomme, eller at den bidrager til at fastholde lokomotivførerens opmærksomhed på kørselsopgaven. Erfaringen viser, at lokomotivføreren kan aktivere dødemandsknappen automatisk og uden at tænke over det. Dette understøttes af resultater fra Basacik et al. (2015), der blandt andet ved hjælp af lokomotivføreres hjerterytme viste, at lokomotivførere, kan glide ind i en "automatiseret" tilstand, hvor de fører toget, uden at tænke over det. På længere sigt kan hjerterytme og andre former for registrering af lokomotivførerens ageren måske bidrage til at udvikle et system til registrering og indgriben i forhold uopmærksomhed og andre uønskede tilstande blandt lokomotivførere.

## 5. Konklusion

Formålet med denne litteraturgennemgang var at identificere relevante problemstillinger vedrørende effekten af automatisering på lokomotivføreres varetagelse af deres opgaver med henblik på afdækning af behov for eventuel yderligere efterfølgende dybere undersøgelse af specifikke aspekter. Litteraturgennemgangen viste, at der findes meget lidt nyere forskningslitteratur på området. Den identificerede litteratur tydeliggjorde dog, at automatisering ændrer lokomotivførerens opgavevaretagelse signifikant. Således medfører automatisering ikke blot en ændring i de specifikke opgaver lokomotivføreren skal udføre, automatisering medfører en fundamental ændring i de kognitive processer, der er involveret i lokomotivføreres opgavevaretagelse. Således medfører automatisering, at lokomotivførerens opgaveløsning ændrer sig fra at være anticipatorisk foregribende til primært at være kontrollerende i forhold til forventede signaler mv. Denne ændring gør det vanskeligere at erkende uforudsete hændelser. Samtidig øger det risikoen for træthed og uopmærksomhed som følge af opgavemonotoni. Gennemgangen af den nyere forskningslitteratur tyder således på, at der fremadrettet er et stort behov for yderligere forskning, - dels vedrørende effekten af stigende automatisering på lokomotivførerens varetagelse af sine opgaver og dels vedrørende, hvordan man sikrer en optimal opmærksomhedstilstand hos lokomotivførere i forbindelse med stigende automatisering af deres opgaver.

## 6. Litteratur

- Basacik, D., Waters, S., Reed, N. (2015). Detecting cognitive underload in train driving: A psychological approach. The fifth international rail human factors conference, September, London.
- Baysari, M.T., McIntosh, A.S., Wilson, J.R. (2008). Understanding the human factors contribution to railway accidents and incidents in Australia. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 1750–1757.
- Carsten, O., Lai, F., Barnard, Y., Jamson, A. H., & Merat, N. (2012). Control task substitution in semiautomated driving: does it matter what aspects are automated? *Human Factors*, 54(5), 747-761.
- Dambuza, I. (2017). An overview of the Factors Associated with Driver Distraction and Inattention Within the South African Railway Industry. In *Advances in Human Aspects of Transportation*, pp. 67-75, Springer International Publishing.
- De Winter, J. C., Happee, R., Martens, M. H., & Stanton, N. A. (2014). Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: A review of the empirical evidence. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 27, 196-217.
- Dorrian, J., Baulk, S.D., Dawson, D. (2011). Work hours, workload, sleep and fatigue in Australian Rail Industry employees. *Applied ergonomics*, 42, 202-209.
- Evans, A.W. (2011). Fatal train accidents on Europe's railways: 1980–2009. *Accident analysis and prevention*, 43, 391–401.
- Gehanno, J.-F., Rollin, L., & Darmoni, S. (2013). Is the coverage of Google Scholar enough to be used alone for systematic reviews. *BMC medical informatics and decision making*, 13(7), 1-5.
- Gibson, W.H., Mills, A., Basacik, D., Harrison, C. (2015). The incident factor classification system and signals passed at danger. The fifth international rail human factors conference, September, London.
- Jamson, A. H., Merat, N., Carsten, O. M., & Lai, F. C. (2013). Behavioural changes in drivers experiencing highly-automated vehicle control in varying traffic conditions. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 30, 116-125.
- Karvonen, H., Aaltonen, L., Wahlström, M., Salo, L., Savioja, P., Norros, L. (2011). Hidden roles of the train driver: A challenge for metro automation. *Interacting with computer*, 23, 289-298.
- Kim, D.S., Baek, D.H., Yoon, W.C. (2010). Development and evaluation of computer-aided system for analysing human error in railway operations. *Reliability engineering and system safety*, 95, 87-98.
- Kyriakidis, M.,m Hirsch, R., Majumdar, A. (2012). Metro trainway safety: an analysis of accident precursors. *Safety Science*, 50, 1535-1548.

- Llaneras, R. E., Salinger, J., & Green, C. A. (2013). Human factors issues associated with limited ability autonomous driving systems: Drivers' allocation of visual attention to the forward roadway. In *Proceedings of the 7th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 92-98).
- Naweed, A. (2013). Psychological factors for driver distraction and inattention in the Australian and New Zealand rail industry. *Accident analysis and prevention*, 60, 193– 204.
- Naweed, A. (2014). Investigations into the skills of modern and traditional train driving. *Applied Ergonomics*, 45, 462-470.
- Norman, D.A. (1981). Categorisation of action slips. *Psychological Review*, 88, 1-15.
- Nourbakhsh, E., Nugent, R., Wang, H., Cevik, C., & Nugent, K. (2012). Medical literature searches: a comparison of PubMed and Google Scholar. *Health Information & Libraries Journal*, 29(3), 214-222.
- Pickup, L., Wilson, J.R., Sharpres, S., Norris, >B., Clarke, T., Young, M.S. (2005). Fundamental examination of mental workload in the rail industry. *Theoretical issues in ergonomic science*, 6, 463-482.
- Raggett, L. (2015). Measuring human performance through normal operations monitoring. The fifth international rail human factors conference, September, London.
- Read, G.J.M., Levine, M.G., Moss, S.A. (2012). Associations between task, training and social environmental factors and error types involved in rail incidents and accidents. *Accident analysis and prevention*, 48, 416-422.
- Rose, J.A. & Bearman, C. (2012). Making effective use of task analysis to identify human factors issues in new rail technology. *Applied ergonomics*, 43, 614-624.
- Saxby, D. J., Matthews, G., Hitchcock, E. M., Warm, J. S., Funke, G. J., & Gantzer, T. (2008). Effect of active and passive fatigue on performance using a driving simulator. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 52 (21), 1751-1755.
- Shappell, S., Detwiler, C., Hadeworth, C., Boquet, A., Wiegmann, D. (2006). Human error and commercial aviation accidents: comprehensive, fine-grained analysis using HFACS. DOT/FAA/AM-06/18 office of aerospace medicine, Washington.
- Shariff, S. Z., Bejaimal, S. A., Sontrop, J. M., Iansavichus, A. V., Haynes, R. B., Weir, M. A., & Garg, A. X. (2013). Retrieving clinical evidence: a comparison of PubMed and Google Scholar for quick clinical searches. *Journal of medical Internet research*, 15(8), e164.
- Spring, P., McIntosh, A., Caponecchia, C., Baysari, M. (2012). Level of Automation: Effects on Train Driver Vigilance. <https://www.researchgate.net/publication/266293482>.
- Stanton, N.A. & Walker, G.H. Exploring the psychological factors involved in the Ladbroke Grove rail accident. *Accident analysis and prevention*, 43, 1117-1127.

Young, M.S. & Steel, T. (2015). Fatigue: identification, management and counter measures. The fifth international rail human factors conference, September, London.